

明 細 書

鋳物の製造方法

技術分野

- [0001] 本発明は鋳物の製造方法に関し、特に従来のシェルモールドプロセスに代えて、除去が容易な鋳型を用いる鋳物の製造方法に関する。

背景技術

- [0002] 従来の軽合金鋳物の製造方法としては、例えば特開平5-261478号公報に記載されたように、シェルモールドプロセスが公知である。このシェルモールドプロセスのバインダーとしては、フェノールホルムアルデヒド系の樹脂を含むものが採用されている。このバインダーで被覆した砂を加熱された造型用金型に吹き込み充填し、充填した砂に被覆されたバインダーを金型の熱により硬化させている。
- [0003] しかしながら、このようなシェルモールドプロセスにおいては、注湯後の中子鋳型が比較的に硬いので、この中子鋳型を崩壊させて鋳物から除去するためには、中子鋳型に大きな衝撃力を付与するノックアウト工程を必要とする。このノックアウト工程をなすためには、鋳物の熱処理前に鋳物を十分に冷却する必要がある。また、1Mpa以上の比較的に大きな衝撃力を10Hz以上で10sec以上与えても70〜80%程度の砂落ししかできないので、熱処理期間中やその後にも、崩壊後の中子鋳型の残滓である中子砂及び中子塊が鋳物に残存してしまう。従ってそれらの再度の除去が要求されることもある。更に、鋳物から除去した中子塊を再生するためには、焙焼を必要とすることが多い。
- [0004] 更に、シェルモールドプロセスにおいては、金型の熱によりバインダーを硬化させる際には揮発ガスの発生を伴う。このような揮発ガスは、不快な臭気を伴い、特にホルムアルデヒド、フェノール、アンモニアなどのガスは人体に悪影響を及ぼす。
- [0005] 従って従来のシェルモールドプロセスに代えて、鋳型の除去が容易であり、揮発ガスの発生を抑制する鋳物の製造方法が望まれる。
- [0006] 本明細書において「粒子状骨材」とは、珪砂、ジルコン、砂、オリビン砂、クロマイト砂、アルミナ砂、ムライト砂、人工砂等のうちの1種或いは2種以上から成るものを意

味する。

[0007] 本明細書において「溶湯が凝固後」とは、溶湯が凝固し硬化した後をいう。この温度はプロセスや溶湯材質により異なっている。

[0008] 本明細書において「鋳物の冷却期間中」とは、完成鋳型から鋳物を取り出しても変形しない程度に鋳物が冷却された温度よりも低く鋳物を冷やしている期間を示す。例えば、アルミニウム合金のT6処理では、溶体化処理温度である約520℃よりも低いが通常の冷却温度である70乃至111℃よりも高い温度、例えば、300℃まで鋳物を冷却している期間を示す。

[0009] 本発明の一つの局面によれば鋳物の製造方法が与えられ、この方法は、鋳物の製造方法であって、

少なくとも1種類の粒子状骨材、少なくとも1種類の水溶性バインダー、及び水を混合することにより骨材混合物を形成し、この骨材混合物を攪拌して発泡させる工程と、

発泡させた骨材混合物を鋳型造型用空間に充填し、充填した骨材混合物中の水分を蒸発させて骨材混合物を固化させ、前記粒子状骨材により鋳型を造型する工程と、

この粒子状骨材により造型された造型鋳型に対して、相手方の鋳型を組み合わせることで完成鋳型を製作する工程と、

前記完成鋳型に溶湯を注湯する工程と、

前記溶湯が凝固後の鋳物の冷却期間中に前記鋳物から前記造型鋳型を除去する工程と、

前記鋳物を熱処理する工程とを含む。

[0010] 粒子状骨材により造型された造型鋳型は好ましくは中子鋳型である。この場合、相手方の鋳型(主型鋳型)は金型でもよく、砂型でもよい。

[0011] 本明細書において「完成鋳型」とは、主鋳型と、粒子状骨材により造型された少なくとも1つの造型鋳型(中子鋳型)との組み合わせからなり、溶湯を注湯可能な鋳型を意味する。従って完成鋳型の構成要素は、主鋳型と中子鋳型の他に、注湯に必要な要素も含み得る。

[0012] 本発明の鋳物の製造方法においては、粒子状骨材を回収工程と、その回収した粒子状骨材を再生する工程とを更に含んでもよい。回収して再生した粒子状骨材を鋳型の造型に再び使用することが好ましい。

[0013] 本発明の一実施形態によれば、粒子状骨材を回収して再生する工程は機械的な再生である。

[0014] 鋳物はアルミニウム合金鋳物としてもよく、又はマグネシウム合金鋳物、或いは銅合金鋳物その他としてもよい。

[0015] 熱処理はT6処理若しくはT7処理としてもよい。

[0016] 本発明の一実施形態によれば、鋳型を除去する工程は、鋳型に対して振動を加える工程である。これは例えば、注湯後5分乃至20分以内の時間において、鋳型に対して1Mpa以下の衝撃力を30Hz未満で30sec未満与えることを含む。

[0017] 本発明の他の局面により与えられる鋳物の製造方法は、粒子状骨材、少なくとも1種類の水溶性バインダー、及び水を混合することにより骨材混合物を形成する工程と、

この骨材混合物を攪拌して発泡させ、発泡させた骨材混合物を鋳型造型用空間に充填し、充填した骨材混合物中の水分を蒸発させて骨材混合物を固化させ、中子鋳型を造型する工程と、

中子鋳型と金型鋳型とを組み合わせる完成鋳型にする工程と、

完成鋳型にアルミニウム合金の溶湯を注湯する工程と、

溶湯が凝固後の鋳物の冷却期間中に鋳物から中子鋳型を除去する工程と、

アルミニウム合金鋳物をT6又はT7熱処理する工程とを含む。

[0018] 少なくとも1種類の水溶性バインダーは、ポリビニルアルコールとその誘導体との少なくとも一方、或いは、澱粉とその誘導体との少なくとも一方である。

発明を実施するための好ましい形態

[0019] 図1の工程図には本発明に係る鋳物の製造方法の各工程を概略的に示してある。この工程図に沿って先ず本発明の鋳物の製造方法の原理について説明する。

[0020] 図1において、第1に、少なくとも1種類の粒子状骨材、少なくとも1種類の水溶性バインダー及び水を混合して骨材混合物を形成して、これを攪拌することにより発泡さ

せる(第1(調製)工程1)。

[0021] 第2に、前工程で発泡させた骨材混合物を鋳型造型用空間に充填して固化させて、粒子状骨材からなる鋳型を造型する(第2(造型)工程2)。

[0022] 第3に、この造型された少なくとも1つ以上の造型鋳型(中子鋳型)を相手方鋳型(主型)に組み合わせて、完成鋳型を製作する(第3(組立)工程3)。

[0023] 第4に、この完成鋳型に溶湯を注湯する(第4(注湯)工程4)。

[0024] 第5に、溶湯が凝固後の鋳物の冷却期間中に、この鋳物から中子鋳型を鋳物から除去して拔型する(第5(拔型)工程5)。

[0025] 第6に、この鋳物を熱処理する(第6(熱処理)工程6)ことにより、完成品の鋳物が製造される。

[0026] 図1の各工程について更に詳しく説明する。

[0027] 第1(調製)工程1において、粒子状骨材としては、珪砂、ジルコン、砂、オリビン砂、クロマイト砂、アルミナ砂、ムライト砂、人工砂等のうちの少なくとも1種類以上を用いる。

[0028] 水溶性バインダーとしては、常温にて水分可溶性を有するものを用いることが好ましい。常温で水分可溶性を有する水溶性バインダーは、加熱することなく骨材混合物を形成できるので、バインダー及び粒子状骨材を加熱するために要する時間やエネルギーを節約できる。これは、従来のシェルモールドプロセスにおけるコーテッドサンド製造とは対照的な本発明の利点である。本発明に用いる水溶性バインダーは、水溶性バインダーであるポリビニルアルコール又はその誘導体と、澱粉又はその誘導体との何れか一方、又はその両方が好ましいが、これに限定されるものではない。この水溶性バインダーは容易に揮発または分解させることができるので、後の第5(拔型)工程5においては、溶湯の凝固した鋳物から中子鋳型を容易に除去できる。なお、水溶性バインダーは、粒子状骨材に対し0.1乃至5.0重量部含有されることが好ましい。

[0029] このような少なくとも1種類の水溶性バインダーと、少なくとも1種類の粒子状骨材と、水とを混合して骨材混合物を形成する。これを攪拌することにより発泡させると、骨材混合物はホイップクリーム状になる。

[0030] 第2(造型)工程2においては、鋳型造型用空間に充填した骨材混合物中の水分を

蒸発させて骨材混合物を固化させると、前工程における発泡に起因して、粒子状骨材からなる中空の中子鑄型(中子鑄型)が造型される。この中空鑄型は、空孔率が3%乃至60%である。また、中空鑄型の厚みが例えば約40mmの場合、水溶性バインダーは、鑄型の表面と10mm深さとの間の鑄型表面層に50%以上凝集している。即ち、発泡させた骨材混合物による中空鑄型では、骨材混合物中に分散した気泡及びバインダーの含有する水分が鑄型中心部に集まっているので、その水分を蒸発させることにより、鑄型中心部においては骨材の充填密度が低くなる。

- [0031] 第3(組立)工程3においては、粒子状骨材よりなる少なくとも1つの中子鑄型に、主型鑄型(相手方鑄型)を組み合わせることで完成鑄型を構成することができる。主型鑄型は金型でもよく、或いは例えば粒子状骨材よりなる砂型でもよい。本実施形態においては、主型鑄型として金型を採用し、低圧鑄造を適用する。しかしながら、金型鑄型を採用する場合には、本発明の方法は、低圧鑄造に限らず、逆圧鑄造、ダイキャスト、重力金型鑄造などの他の処理にも適用可能である。
- [0032] 第4(注湯)工程4において、完成鑄型に注湯する溶湯材質は、本実施形態ではアルミニウム合金であるが、これに限定されるものではなく、他の軽金属合金又は非鉄合金(例えばマグネシウム合金又は銅合金)としてもよい。これに代えて、鑄鉄、鑄鋼、或いは鉄系金属合金を用いてもよい。但し鉄系金属を用いる場合には、中子鑄型に塗型材を塗布することが望ましいであろう。
- [0033] 第5(抜型)工程5において、冷却期間中(完成鑄型から鑄物を取り出しても変形しない程度に鑄物が冷却された温度よりも更に低い温度へ鑄物を冷却する期間)に鑄物から中子鑄型を除去する。ここで第4(注湯)工程4における溶湯材質がアルミニウム合金である場合の「冷却期間中」とは、アルミニウム合金のT6処理における溶体化処理温度である約520℃よりも低い、通常の冷却温度である70乃至111℃よりも高い温度、例えば、300℃まで鑄物を冷却している期間である。
- [0034] アルミニウム合金の場合には、第6(熱処理)工程6における熱処理は、T6処理、T7処理その他の熱処理である。
- [0035] 水溶性バインダーとして、ポリビニルアルコール若しくはその誘導体、又は澱粉若しくはその誘導体を用いることにより、バインダーを含む粒子状骨材混合物を混練して

調整する調製工程1においても、中子鑄型を造型する造型工程2においても不快なガス臭は生じなかった。

[0036] また、造型された中子鑄型に溶湯を注湯する注湯工程4に際し、溶湯の熱でバインダーが加熱されても、中子鑄型からの不快な臭気や不所望な揮発性ガスの発生は認められなかった。

[0037] 図1に示すように本発明の鑄物の製造方法には、第6(熱処理)工程6に続き、必要に応じて以下の工程を更に追加してもよい。即ち、中子鑄型の粒子状骨材(中子砂)及び中子塊を回収する回収工程7、中子塊を破砕する破砕工程8、及び、回収した粒子状骨材を機械的に再生する機械式再生工程9である。回収して再生した粒子状骨材は中子鑄型の造型に再び使用することができる。

[0038] 図1の工程図を参照して、本発明の鑄物の製造方法の特定の実施形態について説明する。但し、ここに示した材料名は例示の目的のために示すものであり、本発明を限定するものではない。

[0039] 本実施形態の第1工程(調製工程)1においては、以下のように二種類の骨材混合物A及びBを得た。

[0040] 表1 骨材混合物A

粒子状骨材:珪砂(フラタリーサンド)100重量部

水溶性バインダー:ポリビニルアルコール(JP-05 日本酢ビ・ポバール製)0.8重量部

架橋剤:ブタンテトラカルボン酸(リカシッドBT-W 新日本理化製)0.2重量部

表1に示す組成からなる骨材混合物100重量部と水6重量部とを混合、攪拌、混練して発泡させ、ホイップクリーム状の骨材混合物Aを得た。

[0041] 表2 骨材混合物B

粒子状骨材:珪砂(フラタリーサンド)100重量部

水溶性バインダー:ポリビニルアルコール(JL-05 日本酢ビ・ポバール製)0.2重量部、澱粉(デキストリンND-S 日澱化学製)1.0重量部、及びクエン酸(扶桑化学製)0.4重量部

表2に示す組成からなる乾燥した骨材混合物100重量部と、水6重量部とを混合、

攪拌、混練して発泡させ、ホイップクリーム状の骨材混合物Bを得た。

[0042] なお、本実施形態の調製工程1では、従来のシェルモールドプロセスのレジンコーテッドサンドを製造する工程に必要な加熱装置や、レジンの加熱によって生じる有害ガスを除去する脱臭装置は必要ない。

[0043] 次いで、250℃に保持されている鑄型造型用金型(図示せず)のキャビティ(図示せず)内に、調製工程1で得られた2種類のホイップクリーム状の骨材混合物A及びBを別々に加圧充填し、1分間保持し、骨材混合物中の水分を気化し、固化させた後、鑄型造型用金型のキャビティ内から中子鑄型を取り出した(第2(造型)工程2)。

[0044] 既に説明したように、この鑄型を他の鑄型と組み立て、完成鑄型にする(第3(組立)工程3)。ここで本実施形態の組立工程3においては、低圧鑄造装置の主型金型に中子鑄型を組み込んで、完成鑄型を製作し、注湯準備をなした。

[0045] この完成鑄型に溶湯を注湯した(第4(注湯)工程4)。本実施形態ではアルミニウム合金鑄物AC4Cの溶湯(温度720℃)を低圧鑄造装置(図示せず)を用いて下方から注湯した。溶湯の720℃の温度は、バインダーを揮発又は分解させるので、次工程の中子鑄型の除去が容易になる。

[0046] 溶湯が凝固した後の鑄物の冷却期間中に、この鑄物から中子鑄型を除去した(第5(拔型)工程5)。従来のシェルモードプロセスにおいては、鑄物から中子鑄型を崩壊させて除去するためには、鑄物を十分に冷却した後に、鑄型に対して大きな衝撃力を与える必要があった。本発明の方法によれば、崩壊性が高い中子鑄型を用いているので、中子鑄型を鑄物から除去するために従来要求されていた十分な冷却及びその後の大きな衝撃力は必要としない。従って中子鑄型を簡単な方法、例えば以下に説明する軽振動で除去することができる。本実施形態の拔型工程5においては、注湯から約10分後に、凝固した溶湯を鑄物として取り出した。その直後に、温度350℃の鑄物に対して1Mpa以下の衝撃力を20Hz、20sec未満の軽振動によって与えて砂落しをなすことにより、中子鑄型を完全に除去できた。また実験によれば、拔型工程5では、注湯後5分乃至20分以内の時間において、1Mpa以下の衝撃力を30Hz未満で30sec未満与える砂落しとしても鑄物から中子鑄型を完全に除去できた。

[0047] このような鑄物の湯口を除去し、鑄物の鑄ばりを除去してから、この鑄物を熱処理し

た(第6(熱処理)工程6)。鑄物の湯口及び鑄ばりの除去は、本実施形態では鑄物の熱処理の前になしたが、熱処理後に実施してもよい。本実施形態においても、第6(熱処理)工程6に続き、図1に示す中子砂回収工程7、破碎工程8、及び機械式再生工程110を追加してもよい。

[0048] 金型鑄型を用いた鑄造方法では、中子鑄型からのみ粒子状骨材及び中子塊が回収されるので、回収して再生した粒子状骨材を鑄型の造型に容易に再使用することができる。

[0049] 比較のために示す図2(従来技術)は、先述の特開平5-261478号公報に記載されたシェルモールドプロセスを用いた従来の鑄物の製造方法の工程図である。

[0050] 図2の従来方法においては、レジンコーテッドサンドを用いる。通常、レジンコーテッドサンドは鑄物製造業者とは別の業者によって製造販売されているので、レジンコーテッドサンドを製造する工程(11)は、鑄物製造現場とは別の場所でなされる。従って、レジンコーテッドサンドを回収して再生しても、本発明の方法とは対照的に、鑄型の造型に再使用することは困難である。

[0051] 図2の従来方法によれば、鑄物製造業者は、市販のレジンコーテッドサンドを加熱して中子鑄型を造型し(12)、造型された中子鑄型を他の鑄型と組み立てて、完成鑄型を製造し(13)、この完成鑄型に注湯する(14)。次いで砂落し炉により中子鑄型を抜型し(15)、鑄物を十分に冷却した(16)後、ロックアウト工程により鑄物砂を完全に除去し(17)、この鑄物を熱処理する(18)。更に、ロックアウト工程17、熱処理工程18及びその後の工程から中子塊を含んだ中子砂を回収している(19)。この回収した中子砂には、この回収工程19をなす場所とは通常は別の場所であるレジンコーテッドサンド製造場において、中子塊の破碎20、焙焼21、機械的な再生22がなされる。

[0052] 図1に示す本発明の鑄物製造方法では、図2に示す従来方法に比べて工程数が削減されることが明らかである。例えば本発明の方法(図1)では第5(鑄型除去)工程5は、鑄型の崩壊が容易であるので、簡単な工程、例えば軽振動による砂落として達成することができる。ところが、鑄型を崩壊させにくい従来方法(図2)では、鑄型除去のために砂落し炉による除去15、鑄物の十分な冷却16、ロックアウト工程17を必要とする。また本発明の方法は従来方法の回収再生における焙焼21を必要としない。

- [0053] 図3は本発明の実施形態の第5(鑄型除去)工程5及び第6(熱処理)工程6における温度と時間との関係を示すグラフである。比較のために示す図4(従来技術)は、本発明の方法における鑄型除去及び熱処理工程に対応する従来工程についての同様なグラフである。
- [0054] 従来方法においては、上述のように鑄物の十分な冷却(図2の工程16)の後に、ソックアウト工程による砂落しをなし(図2の工程17)、その後、T6処理のために改めて昇温をしていた。このため、図4に示すように冷却に時間を要する上に、熱処理のための再加熱の時間及びエネルギーが必要である。
- [0055] 図3に示す本発明の実施形態においては、720℃で注湯した後、鑄型除去工程5で溶湯が凝固後の鑄物を取り出した直後に、この鑄物から中子鑄型を除去している。従って、中子鑄型の除去のために、十分に鑄物製品を冷却した後に大きな衝撃を付与することが不要となり、溶体化処理(熱処理)を直ちに開始することができる。このため、冷却に要する時間を短縮でき、熱処理のための再加熱時間も短縮できるので、消費エネルギーを省くことができ、工程数も削減できる。鑄物は必ずしも100℃まで冷却する必要は無く、300℃までの冷却でも省エネルギーの効果が得られる。
- [0056] 上述の実施形態は本発明を単に例示するものであって、限定を意図するものではなく、当業者には添付の請求項に記載された目的及び要旨を逸脱することなく、様々な変更や変形をなせることが明らかである。

図面の簡単な説明

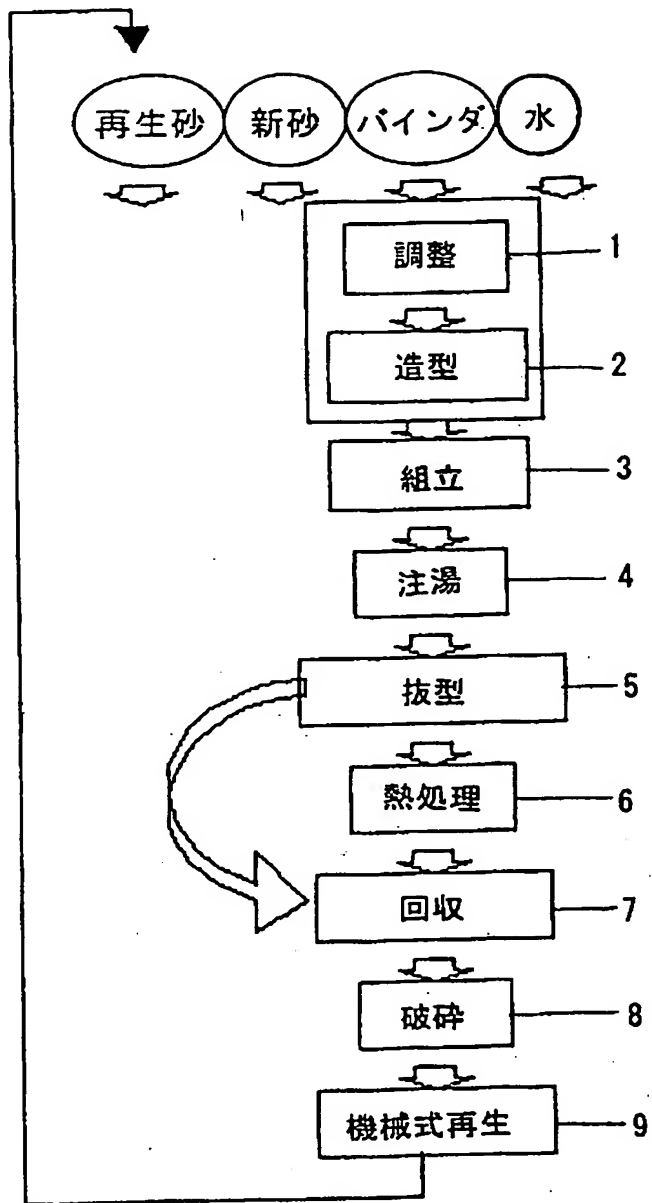
- [0057] [図1]図1は本発明に係る鑄物の製造方法の工程図である。
- [図2]図2はシェルモールドプロセスを用いた従来の鑄物の製造方法の工程図である。
- [図3]図3は本実施形態の鑄型除去及び熱処理工程における鑄物の温度と時間との関係を示すグラフである。
- [図4]図4は図3の工程に対応し、シェルモールドプロセスを用いる従来技術の工程について示す図3と同様なグラフである。

請求の範囲

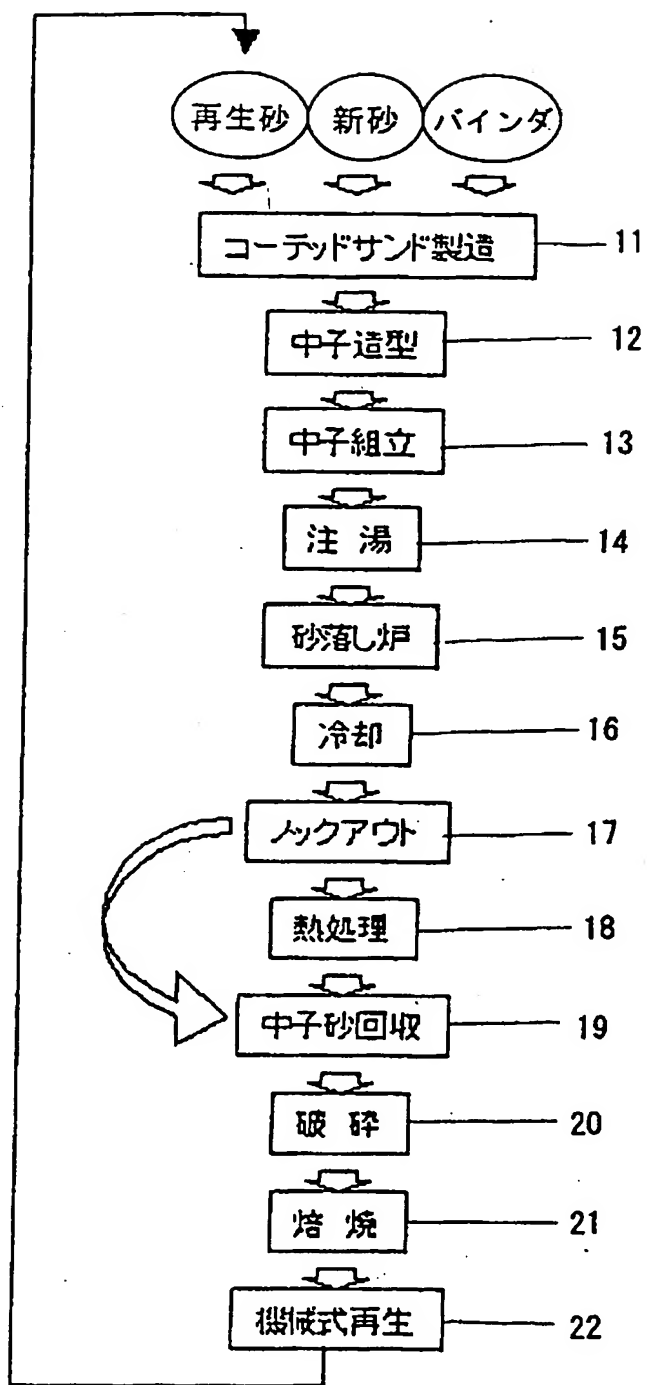
- [1] 鋳物の製造方法であって、
少なくとも1種類の粒子状骨材、少なくとも1種類の水溶性バインダー、及び水を混合することにより骨材混合物を形成し、この骨材混合物を攪拌して発泡させる工程と、
発泡させた骨材混合物を鋳造型用空間に充填し、充填した骨材混合物中の水分を蒸発させて骨材混合物を固化させ、前記粒子状骨材により鋳型を造型する工程と、
この粒子状骨材により造型された少なくとも1つの造型鋳型に対して、相手方の鋳型を組み合わせて完成鋳型を製作する工程と、
前記完成鋳型に溶湯を注湯する工程と、
前記溶湯が凝固後の鋳物の冷却期間中に前記鋳物から前記造型鋳型を除去する工程と、
前記鋳物を熱処理する工程とを含む鋳物の製造方法。
- [2] 請求項1に記載の方法において、前記粒子状骨材により造型された少なくとも1つの造型鋳型が中子鋳型であり、前記相手方の鋳型が主型鋳型である方法。
- [3] 請求項2に記載の方法において、前記主型鋳型が金型である方法。
- [4] 請求項2に記載の方法において、前記主型鋳型が砂型である方法。
- [5] 請求項1乃至4の何れか一項に記載の方法において、前記粒子状骨材を回収する工程と、その回収した粒子状骨材を再生する工程とを更に含む方法。
- [6] 請求項5に記載の方法において、前記回収し再生した粒子状骨材を鋳型の造型に再び使用する方法。
- [7] 請求項5又は6に記載の方法において、前記粒子状骨材を回収し再生する工程が機械的な再生である方法。
- [8] 請求項1乃至7の何れか一項に記載の方法において、前記鋳物がアルミニウム合金鋳物又はマグネシウム合金鋳物である方法。
- [9] 請求項8に記載の方法において、前記熱処理がT6処理若しくはT7処理である方法。

- [10] 請求項1乃至7の何れか一項に記載の方法において、前記鋳物が鋳鉄、鋳鋼、又は鉄系金属合金による鋳物である方法。
- [11] 請求項1乃至7の何れか一項に記載の方法において、前記鋳物が銅合金鋳物である方法。
- [12] 請求項1乃至11の何れか一項に記載の方法において、前記鋳型を除去する工程が、前記鋳型に振動を加える方法。
- [13] 請求項12に記載の方法において、前記鋳型に振動を加えることが、注湯後5分乃至20分以内の時間において、前記鋳型に対して1Mpa以下の衝撃力を30Hz未満で30sec未満与えることを含む方法。
- [14] 鋳物の製造方法であって、
少なくとも1種類の粒子状骨材、少なくとも1種類の水溶性バインダー、及び水を混合することにより骨材混合物を形成する工程と、
この骨材混合物を攪拌して発泡させ、発泡させた骨材混合物を鋳型造型用空間に充填し、充填した骨材混合物中の水分を蒸発させて骨材混合物を固化させ、前記粒子状骨材による中子鋳型を造型する工程と、
少なくとも1つの前記中子鋳型と金型鋳型とを組み合わせることで完成鋳型にする工程と、
前記完成鋳型にアルミニウム合金の溶湯を注湯する工程と、
前記溶湯が凝固後の鋳物の冷却期間中に前記鋳物から前記中子鋳型を除去する工程と、
前記アルミニウム合金鋳物をT6又はT7熱処理する工程とを含む鋳物の製造方法。
- [15] 請求項1乃至14の何れか一項に記載の方法において、前記少なくとも1種類の水溶性バインダーが、ポリビニルアルコールとその誘導体との少なくとも一方、
或いは、澱粉とその誘導体との少なくとも一方である方法。

[図1]

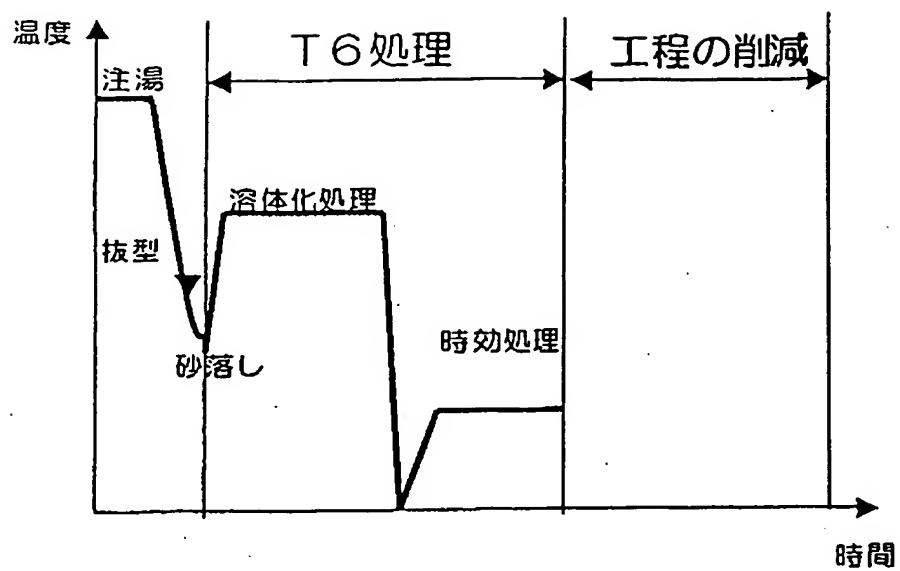


[図2]



(従来技術)

[図3]



[図4]

